

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Problem Image Mailbox.**

- CL
- (19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)
  - (11) Japanese Patent Publication No. 7-142331
  - (12) Patent Gazette (A)
  - (43) Date of Publication: June 2, 1995

					Technical Indication Location
(51)	<u>Int Cl.<sup>5</sup>:</u>	<u>Classification Symbols:</u>			<u>Internal Control No.</u>
	H01L 21/027				
	G03B 27/32		F	8102-2K	
	G03F 7/20	521		9122-2H	
	9/00		H	9122-2H	
				7352-4M	H01L 21/30 521

Request for Examination: Not yet submitted

Number of Claims: 3

(Total of 6 pages [in original])

- 
- (21) Application No. 5-154715
  - (22) Application Date: June 25, 1993
  - (71) Applicant 000004112
  - (72) Inventor: Nikon Corp.  
3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
  - (72) Inventor: Kenji Nishi  
Nikon Corp.  
3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(54) Projection Exposure System

(57) Summary  
Purpose

To control, with high velocity, a relative position shift between a mask stage and a board stage during scanning exposure.

#### Structure

In a step-and-scan method of exposure system, using the position information provided from reticle stage interferometer 16 and the position information from wafer stage interferometer 9, it computes a relative position shift as compared with original positions of reticle 14 and wafer 5 during scanning. Based on the computation results, it tilts clear plates 20 and 21 in order to shift a projected image on wafer 5 from reticle 14 so that a relative position shift is compensated during scanning exposure.

## Claims

### [Claim 1]

In a system, that is equipped with a mask stage, with a mask on which the original pattern is formed, which is movable at least in the first direction in alignment with the surface of the aforementioned original pattern, a projection optical unit which projects the aforementioned original pattern or part of the original pattern in a specified magnification, a plate stage which is movable at least in the aforementioned first direction, maintaining the position of photoresist plate on the image formation surface of said projection optical unit, and a drive method to make the aforementioned mask stage and the aforementioned plate stage travel with a velocity ratio in accordance with the aforementioned magnification, scans and exposes a projection image of the aforementioned pattern on the aforementioned photoresist plate, a projection exposure system is characterized by having clear plates, that are placed between the aforementioned mask stage and the aforementioned plate stage, and that are tiltable in order to displace the aforementioned projection image in the aforementioned first direction or the second direction that is orthogonal to said first direction, a position shift detection method which outputs a detection signal in accordance with a position shift amount when compared the aforementioned mask stage and the aforementioned plate stage in relation to the specified relative positions in the aforementioned first direction or second direction and a control method which tilts the aforementioned clear plates in the aforementioned first direction or the aforementioned second direction in accordance with said detection signal.

### [Claim 2]

The aforementioned position shift detection method is a projection exposure system described in claim 1 that is characterized in that a detection signal is output in response to changes in the velocity ratio between the aforementioned mask stage and the aforementioned plate stage.

### [Claim 3]

The aforementioned position shift detection method is a projection exposure system described in claim 1 that is characterized in that a detection signal is output in accordance with the aforementioned position shift amount regarding the first direction and a detection signal in accordance with the aforementioned position shift amount regarding the second direction, and that the aforementioned clear plates consist of the first clear plate that is tiltable in order to displace the aforementioned projection image in the aforementioned first direction and the second clear plate that is tiltable to displace the aforementioned projection image in the aforementioned second direction, and that the aforementioned first clear plate and the aforementioned second clear plate are placed side by side in the optical axis direction of the aforementioned projection optical unit.

## Detailed Explanation of the Invention

0001

[Industrial Field of Application]

The present invention relates to a scanning type projection exposure system that is used in manufacturing semiconductor devices or liquid-crystal display devices, etc. and particularly relates to a positioning method during scanning exposure.

0002

[Prior Art]

Up to now, there are roughly two exposure methods in this type of projection exposure system. The one method is to expose photoresist plates such as wafer and plate by a step-and-repeat method via a projection optical unit that has a exposure field comprehending the entire original pattern, and the other method is a scanning method in which the original pattern and the photoresist plate are placed facing each other, having a projection optical unit in the middle, and the original pattern and the photoresist are relatively scanned and exposed under a circular slit illumination light. A stepper that uses the former step-and-repeat method is a leading system in the recent lithography process. This is because it has achieved higher resolution, higher overlay accuracy, higher throughput, etc. respectively as compared with an aligner that uses the latter scanning exposure method. It is considered that the stepper will continue to be a leading system for some time in the future.

0003

In this step-and-repeat method, a position shift correction of the original pattern that is installed on the mask stage and the photoresist plate that is installed on the plate stage prior to exposure is performed using an alignment system that is mounted inside the exposure system. Then, as a relative positioning of the original pattern and the photoresist plate is completed by the alignment unit, an illumination light from an illumination unit for exposure is irradiated on the original pattern for a specified time, and the photoresist plate is exposed, while maintaining the original pattern and photoresist plate not to cause any position shift during that time.

0004

Incidentally, a new method that achieves a higher resolution in the projection scanning exposure method is recently suggested as a step-and-scan method in pages 424 to 433, Optical/Laser Microlithography II of SPIE Vol. 1088 (1989). The step-and-scan method uses a scan method that, while scanning the original pattern in the one-dimensional direction, scans a wafer in the one-dimensional direction with a synchronized velocity, together with a step method that makes a wafer stepping in an orthogonal to the scanning exposure direction.

0005

Figure 4 is a diagram explaining a concept of a step-and-scan method. Here, scanning exposure is performed on rows in a shot range (one chip or multiple chips) in the x direction on photoresist plate W by means of circular slit illumination light RIL, making photoresist plate (wafer) W stepping in the Y direction. In the same figure, dotted arrows show an exposure route of a step-and-scan (hereinafter referred to as S&S), and a S&S exposure is first performed in the order of SA<sub>1</sub>, SA<sub>2</sub>, ..., SA<sub>6</sub> of the shot range and then in the order of SA<sub>7</sub>, SA<sub>8</sub>, ..., SA<sub>12</sub> of the shot range that are arranged at the

center and in the Y direction of wafer W in the same manner. In the aligner using a S&S method that is disclosed in the above literature, an image of the reticle pattern illuminated by circular slit illumination light RIL is formed on wafer W through a  $\frac{1}{4}$  reduction projection optical unit; therefore, a scanning velocity in the X direction of the reticle stage is precisely controlled as four times faster as compared with a scanning velocity in the X direction of the wafer stage. Also a reason why circular slit illumination light RIL is used is to make the most of an advantage in that various aberrations become almost zero in a narrow range (an annular shape) of an image height that is a fixed distance away from the optical axis, by using a reduction unit that combines a refraction device and a reflection device as a projection optical unit. An example of such reflection reduction projection unit is disclosed, for example, in USP. 4,747,678.

0006

[Problems That the Invention is to Solve]

In a-step-and-repeat method exposure system, a mask stage and a plate stage only needs to remain stationary keeping the specified position relationship during exposure; therefore, a structure to control factors (stage settling accuracy, etc.) causing the position relationship out of order is easily realized. On the other hand, in a-step-and-scan method, a mask stage and a plate stage move relatively in accordance with the specified velocity ratio during exposure; therefore, a relative position shift occurs between the mask stage (original pattern) and the plate stage (photoresist plate) due to a velocity irregularity or other factors during this movement.

0007

In this-step-and-scan method, as a means of compensating a relative position shift that occurs during exposure, it is considered that placing a fine mechanism on a mask stage or plate stage for scanning and driving the fine mechanism in accordance with an amount of relative position shift of the mask stage and plate stage, so that compensation is constantly performed during exposure. However, with this means, it is difficult to reduce the weight of the fine mechanism when its structure is concerned and it does not necessarily have good responses. Thus, the present invention aims to provide a system with higher responses of compensating a position shift (velocity irregularity) that occurs during exposure.

0008

[Means Used to Solve the Problems]

With the present invention, in a-step-and-scan method projection exposure system, clear plates, 20 and 21, that are tiltable in the first direction that is the same direction with the scanning direction of the mask stage or that are tiltable in the second direction that is orthogonal to the first direction, are installed in an image formation optical path between the mask and the photoresist plate, and furthermore control unit 23 that detects an amount of relative position shift during scanning exposure, based on the position information output from mask stage position detection unit 16 (reticle stage interferometer) and plate stage position detection system 9 (wafer stage interferometer), or that detects changes in the velocity ratio, based on velocity signals output from reticle

stage drive unit 17 and wafer stage drive unit 8, and clear plate drive unit 22 that makes the clear plates tilt in accordance with the amount of position shift are installed.

0009

Effects

The present invention utilizes a function to shift an original pattern image to be projected on a photoresist plate in a small amount within a projection field, by tilting the clear plates installed between a mask (reticle) on which the original pattern is formed and a photoresist plate. Therefore, compared with a means to compensate positions during scanning exposure of the original pattern by placing a fine mechanism on the mask stage, the present invention can achieve a higher response because it utilizes generally light-weight clear plates.

0010

Also, if clear plates are installed in the-step-and-repeat method, the clear plates that cover an entire exposure range (projection field) are required; however, in the-step-and-scan method, only a exposure slit range needs to be covered, that makes the area of clear plates smaller and furthermore contributes to a higher response.

0011

[Working Examples]

A system configuration of a-step-and-scan method, which the present invention explains, is basically identical with a system disclosed in Japanese Patent Publication No. 4-196513; therefore, the basic area of the system is briefly explained. Figure 1 shows a configuration of the projection exposure system by the working example of the present invention, and in which an illumination light emitted from a light source such as an Hg lamp, Excimer laser, etc. is reshaped in a rectangular slit illumination field by an image formation type illumination field stop prior to being projected on reticle 14. The pattern that exists within the illumination range on reticle 14 is projected and exposed on wafer 5 via projection lens 10. Here, a scanning exposure is achieved by making reticle 14 to scan from left to right within a space shown in figure with constant velocity  $V$  and by simultaneously making wafer 5 to scan from right to left within the space with constant velocity  $V/M$  ( $1/M$  is a projection lens reduction ratio).

0012

Explained is a driving structure of reticle 14 and wafer 5: Mounted on reticle support pedestal 11, for scanning exposure, is reticle Y-axis stage 12 which is possible to drive in the Y-axis direction (a right and left direction in reference to the space) and mounted on it is reticle fine stage 13 which is possible to perform a fine position control with a high accuracy in the X, Y and Z directions, and reticle 14 is held on reticle fine stage 13. On reticle fine stage 13, movable mirror 15 is arranged and the two-dimensional coordinates position is always monitored by reticle stage interferometer 16 mounted on reticle support pedestal 11. Meanwhile, mounted on wafer stage support pedestal 1, for scanning exposure, is Y-axis stage 2 which is possible to drive in the Y-axis direction and mounted on it is X-axis stage 3 which is possible to drive in the X-axis direction, and installed furthermore on it is Z-axis stage 4 which performs not only a parallel

translation in the Z direction that is vertical to the XY surface but also a fine rotation within the XY surface. Wafer 5 is held above it by vacuuming. On Z-axis stage 4, movable mirror 7 is installed and wafer stage drive unit 8 which drives wafer 5 at any position or velocity in accordance with the two-dimensional coordinates position of movable mirror 7 monitored by wafer stage interferometer 9 is also installed. Also as mentioned later, there is fiducial mark plate 6 (hereinafter referred to as FM 6) on Z-axis stage 4 in order to cope with a wafer coordinates system determined by wafer stage interferometer 9 and a reticle coordinates system determined by reticle stage interferometer 16. To observe marks on FM 6 and marks on reticle 14, reticle alignment unit 18 is installed along with deflection mirror 19.

0013

Furthermore, wafer alignment unit 24 to observe marks on wafer 5 is installed in close vicinity to projection lens 10. Alignment of reticle 14 and wafer 5 is conducted, by obtaining a relative position relationship between a projection position at the center of reticle 14 and the detection center of wafer alignment unit 24 through FM 6 and by positioning alignment marks (position detection) on wafer 5 via wafer alignment unit 24 just before exposure.

0014

Now, clear plate 21, installed in the projection optical path between reticle 14 and projection lens 10, has a structure to be able to tilt in the direction orthogonal to the scanning direction and clear plate 20 has a structure to be able to tilt in the scanning direction. And clear plate drive unit 22 drives clear plates 20 and 21 from the origin in accordance with a tilt amount given by a command from control unit 23.

0015

Control unit 23 has, at the time of reticle alignment, functions to provide commands to reticle stage drive unit 17 regarding the starting and ending positions of scanning and how to cope with a wafer coordinates system based on alignment signals indicating a position relationship of the reticle alignment mark and FM6 received from reticle alignment unit 18 and position information from wafer stage interferometer 9. Also, control unit 23 has, at the time of exposure, functions not only to provide wafer stage drive unit 8 and reticle stage drive 17 with commands to operate scanning at a specified velocity ratio, but also to monitor a position change in the two-dimensional coordinates of the wafer coordinates system and the reticle coordinates system during exposure by wafer stage interferometer 9 and reticle stage interferometer 16 and to compute a relative position shift amount as compared to the original position relationship at the time of scanning exposure of reticle 14 and wafer 5, and to instruct a tilt amount for clear plate 20 or 21 based on the computation result.

0016

Figure 2 (1) shows an arrangement example of clear plate 27 in relation to projection lens field 26 if this type of clear plate is used in the step-and-repeat method, and this requires a clear plate that covers the entire effective exposure range on a reticle; on the other hand, as figure 2 (2) shows, in the case of a step-and-scan method, clear

plates 20 and 21 can be just large enough to cover the rectangular slit illumination range that illuminates on a reticle. Thus, the size and weight of clear plates can be reduced, improving control capability to make a higher velocity control possible during exposure.

0017

Figure 3 shows positioning errors, which occur during a step-and-scan exposure, that are grouped into three classes. Figure 3 (1) is an offset in the X and Y directions of the entire shots and that is caused by a error occurred in the specified relative position relationship between a reticle and a wafer at the time of alignment. This figure shows a relation of actually exposed shot range B to ideal shot range A. Next, figure 3 (2) shows the case in which a reticle and a wafer relatively fluctuate in the longitudinal direction of slit illumination range 28, and fluctuation appears in actually exposed shot range B as compared with ideal shot range C. In this figure 3 (2), as a relative scanning of a reticle and a wafer proceeds in the amount of width (L) in the scanning direction of slit illumination range 28, fluctuation in the direction orthogonal to the scanning direction exceeds the allowable value. Furthermore, figures 3 (3) to (5) show fluctuation within width L of slit illumination range 28. Figure 3 (4) shows how a slit moves the distance equal to slit width L from position F to position G over shot range E. During this traveling, if fluctuation occurs in the X direction that is vertical to the scanning direction as shown in a graph of figure 3 (3), an image (an image obtained as computation to a resist image on a wafer) projected at point H within ideal shot range E shows a deterioration of intensity distribution as shown by pattern image J against ideal pattern image I as shown in figure 3 (5). This phenomenon applies to fluctuation occurred in the scanning direction as well.

0018

As these errors can be read from the difference between each position measurement value of wafer stage interferometer 9 and reticle stage interferometer 16, the difference in measurement values of wafer stage interferometer 9 and reticle stage interferometer 19 during exposure is computed by control unit 23, and if the difference exceeds the allowable value, each error described above can be eliminated by tilting clear plates 20 and 21 with a high velocity using clear plate drive unit 22.

0019

Here, an error compensation method concerning the scanning direction when clear plate 20 is used is explained in concrete terms. For example, if a 1/5 reduction projection optical unit is used for projection lens 10, and if a read resolution of wafer stage interferometer 9 is 0.01m, and a read resolution of reticle stage interferometer 16 is 0.02 m, the pulse ratio  $P_w/P_r$  of pulse signal  $P_w$  output from wafer stage interferometer 9 and pulse signal  $P_r$  output from reticle stage interferometer 16 per time during exposure becomes 5/2. Control unit 23 constantly monitors this ratio, for example, an every few millisecond and if the ratio exceeds the previously set allowable value, it sends a drive signal in accordance with an amount shifted to clear plate drive unit 22 to drive clear plate 20. Since the operation process mentioned above requires a high velocity process, a digital arithmetic circuit (hardware) that consists of a divider and a comparator, etc, rather than a software-based process is desirable for control.



0020

With the above working example, a position detection is performed by wafer stage interferometer 9 and reticle stage interferometer 16, and a relative position shift from the original position relationship between the wafer and the reticle during scanning is detected and it is controlled to compensate the shift amount. Apart from this method, for position shift control in the scanning direction, a circuit (velocity change detection circuit) which detects the velocity signal ratio obtained from each velocity sensor installed on reticle stage drive unit 17 and wafer stage drive unit 8 is installed, and if the ratio deviates from the specified value, it is possible to perform a position shift control by tilting clear plate 20.

0021

Furthermore, if position compensation by clear plates of the present invention is combined with reticle fine stage 13 that is placed on reticle Y-axis stage 12, fluctuation of larger amplitude in low frequency is compensated by reticle fine stage 13 and fluctuation of smaller amplitude in high frequency is compensated by clear plates 20 and 21, a rotation amount of clear plates 20 and 21 can be made smaller, and a configuration using piezo elements can be employed for high frequency, so that a higher accuracy and higher velocity can be expected. Also, clear plates 20 and 21 are not necessary to be placed between reticle 14 and projection lens 10, and they may be placed between wafer 5 and projection lens 10.

0022

By tilting lens components of projection optical unit 10, instead of these clear plates 20 and 21, position shift control is also possible.

0023

#### [Merits of the Invention]

As explained above, with the present invention, in a step-and-scan exposure system, by tilting clear plates placed between a mask stage and a plate stage, a relative position shift of the mask and exposure plate during scanning exposure or velocity irregularity can be compensated with high responses. Consequently, not only shifting an entire shot range that needs to be exposed, but also reduction of shot deformation or image deterioration becomes possible.

#### Brief Explanation of the Drawings

Figure 1 is a diagram showing the entire structure of the projection exposure system pertaining to a working example of the present invention.

Figure 2 is a diagram showing comparison of the size of clear plates used in a step-and-repeat exposure method and a step-and-scan exposure method.

Figure 3 is an explanatory diagram showing various errors that occur in a step-and-scan exposure method.

Figure 4 is an explanatory diagram showing a concept of the existing step-and-scan exposure method.

Explanation of Code Numbers

1	Wafer stage support pedestal
2	Y-axis stage
3	X-axis stage
4	Z -axis stage
5	Wafer
6	Fiducial mark plate
7	Movable mirror
8	Wafer stage drive unit
9	Wafer stage interferometer
10	Projection lens
11	Reticle support pedestal
12	Reticle Y-axis stage
13	Reticle fine stage
14	Reticle
15	Movable mirror
16	Reticle stage interferometer
17	Reticle stage drive unit
20, 21	Clear plates
22	Clear plate drive unit
23	Control unit

Figures:

Figure 1

Figure 2

Figure 3 (1), (2), (3), (4) and (5)

Figure 4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142331

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F 8102-2K		
G 0 3 F 7/20	5 2 1	9122-2H		
9/00		H 9122-2H		
		7352-4M		
H 0 1 L 21/30		5 2 1		
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-154715

(22) 出願日 平成5年(1993)6月25日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 西 健爾

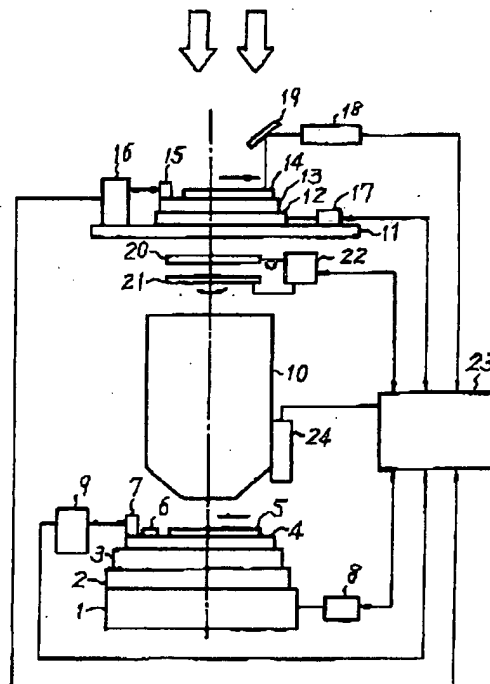
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【目的】 マスクステージと基板ステージの走査露光中の相対的位置ずれを高速に制御する。

【構成】 ステップアンドスキャン方式の露光装置において、レチクルステージ干渉計16の位置情報とウェハステージ干渉計9の位置情報から、レチクル14とウェハ5の走査中の本来の位置関係からの相対的位置ずれを演算する。その演算結果から透明板20、21を傾斜させる事によりレチクル14のウェハ5上への投影像をシフトさせ、走査露光中に相対的な位置ずれを補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 原画パターンの形成されたマスクを保持して、前記原画パターンの面に沿った少なくとも第1方向に移動可能なマスクステージと、前記原画パターン、もしくはその一部を所定の倍率で投影する投影光学系と、該投影光学系の結像面に感光基板が位置するように該感光基板を保持して、少なくとも前記第1方向に移動可能な基板ステージと、前記マスクステージと前記基板ステージとを、前記倍率に応じた速度比で移動させる駆動手段を備え、前記原画パターンの投影像を前記感光基板上に走査露光する装置において、前記マスクステージと前記基板ステージの間に配置され、前記投影像を前記第1方向もしくは該第1方向と直交する第2方向に変位させるために傾斜可能な透明板と；走査露光時に前記マスクステージと前記基板ステージとの、前記第1方向もしくは第2方向の所定相対的位置関係からの位置ずれ量に応じた検出信号を出力する位置ずれ検出手段と、該検出信号に応じて、前記透明板を前記第1方向、もしくは前記第2方向に傾ける制御手段とを設けたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記位置ずれ検出手段は、前記マスクステージと前記基板ステージとの速度比の変動に応じた検出信号であることを特徴とする請求項第1項記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記位置ずれ検出手段は、第1方向に関する前記位置ずれ量に応じた検出信号と第2方向に関する前記位置ずれ量に応じた検出信号とを出力し、前記透明板は、前記投影像を前記第1方向に変位させるために傾斜可能な第1の透明板と、前記投影像を前記第2方向に変位させるために傾斜可能な第2の透明板とを含み、前記第1の透明板と前記第2の透明板は、前記投影光学系の光軸方向に並設している事を特徴とする請求項第1項記載の投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子や液晶表示素子等を製造するときに使用される走査式の投影露光装置に関し、特に走査露光中の位置合わせ方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、この種の投影露光装置の露光方式には、大別して2つの方法がある。1つは原画パターンのパターン全体を内包しえる露光フィールドを持った投影光学系を介してウェハやプレート等の感光基板をステップアンドリビート方式で露光する方法であり、もう1つは原画パターンと感光基板とを投影光学系を挟んで対向させて円弧状スリット照明光の下で原画パターンと感光基板とを相対走査して露光するスキャン方法である。前者のステップアンドリビート方式を採用したス

テッパは、最近のリソグラフィー工程で主流をなす装置である。これは、後者のスキャン露光方式を採用したアライナーに比べて、解像力、重ね合わせ精度、スループット等がいずれも高くなってきており、今後も暫くはステッパが主流であるものと考えられている。

【0003】このステップアンドリビート方式において、露光前にマスクステージに載置された原画パターンと基板ステージ上に載置された感光基板の位置ずれ補正は、露光装置内に設けられたアライメント装置を使用して行う。そして、アライメント装置によって原画パターンと感光基板との相対位置合わせが完了すると、露光用照明系からの照明光を所定時間だけ原画パターンに照射し、その間原画パターンと感光基板との位置ずれが生じないように保たれた状態で、感光基板が露光される。

【0004】ところで、最近投影スキャン露光方式においても高解像力を達成する新たな方式がSPIE Vol. 1088 Optical/Laser Microlithography II(1989)の第424頁～433頁において、ステップアンドスキャン方式として提案された。ステップアンドスキャン方式とは、原画パターンを一次元方向に走査しつつ、ウェハをそれと同期した速度で一次元に走査するスキャン方式と、走査露光方向と直交する方向にウェハをステップ移動させる方式とを混用したものである。

【0005】図4は、ステップアンドスキャン方式の概念を説明する図であるが、ここでは、感光基板W上のX方向のショット領域(1チップ、又はマルチチップ)の並びを円弧状スリット照明光RILで走査露光し、Y方向については感光基板(ウェハ)Wをステッピングさせるものとする。同図中、破線で示した矢印がステップアンドスキャン(以下、S&Sとする)の露光順路を表し、ショット領域SA<sub>1</sub>, SA<sub>2</sub>, ..., SA<sub>6</sub>の順にS&S露光を行い、次にウェハWの中央にY方向に並んだショット領域SA<sub>7</sub>, SA<sub>8</sub>, ..., SA<sub>12</sub>の順に同様にS&S露光を行う。上記文献に開示されたS&S方式のアライナーでは、円弧状スリット照明光RILで照明されたレチクルパターンの像は、1/4倍の縮小投影光学系を介してウェハW上に結像されるため、レチクルステージのX方向の走査速度は、ウェハステージのX方向の走査速度に対して精密に4倍に制御される。また円弧状スリット照明光RILを使うのは、投影光学系として屈折素子と反射素子とを組み合わせた縮小系を用い、光軸から一定距離だけ離れた像高の狭い範囲(輪帯状)で各種収差がほぼ零になるという利点を得るためである。そのような反射縮小投影系の一例は、例えばUSP. 4,747,678に開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ステップアンドリビート方式の露光装置は、露光中においてマスクステージと基板ステージとが所定の位置関係で静止しているだけでよいので、その位置関係を狂わせる要因(ステージ静定

精度等)を押さえ込むための構成は容易に実現できる。これに対して、ステップアンドスキャン方式では、露光中にマスクステージと基板ステージが一定の速度比で相対的に移動するため、この移動中に速度ムラやその他の要因により、マスクステージ(原画パターン)と基板ステージ(感光基板)の間に相対的な位置ずれが生じ得る。

【0007】このステップアンドスキャン方式において、露光中に生じる相対位置ずれを補正する方法としては、スキャン用のマスクステージもしくは基板ステージ上に、微動機構を置き、マスクステージと基板ステージの相対位置ずれ量に応じて微動機構を駆動し露光中常に補正を掛けていく方法が考えられる。しかし、この方法は構造上微動機構を軽量化する事が難しく、かならずしも応答性がよくない。そこで、本発明は、露光中に生じる位置ずれ(速度むら)を補正する応答性の高い装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明では、ステップアンドスキャン方式の投影露光装置において、マスクステージの走査方向と同一な第1の方向、もしくは第1方向と直交する第2の方向に傾斜可能な透明板20、21をマスクと感光基板との間の結像光路中に設け、さらにマスクステージの位置検出装置(レチクルステージ干渉計)16と基板ステージの位置検出装置(ウェハステージ干渉計)9から出力される位置情報に基づいて走査露光中の相対位置ずれ量、もしくはレチクルステージ駆動装置17とウェハステージ駆動装置8から出力される速度信号に基づいた速度比の変動量、を検出する制御装置23と、この位置ずれ量に応じて透明板を傾斜させる透明板駆動装置22とを設けるようにした。

【0009】

【作用】本発明は、原画パターンの形成されたマスク(レチクル)と感光基板の間に設けられた透明板を傾斜させることにより、感光基板に投影される原画パターン像を、投影光学系の投影視野内で微小量シフトさせる機能を利用する。このため、マスクステージ上に微動機構を置いて、原画パターンを走査露光中に位置補正させることよりも、一般的に軽量となる透明板を利用できるので、高速応答性を得ることができる。

【0010】また、透明板をステップアンドリビート方式に設ける場合、露光範囲(投影視野)全体をカバーする透明板が必要なのに対し、ステップアンドスキャン方式では、露光スリット領域のみをカバーできればよいため、透明板の面積を小さくすることができ、さらに応答性を高くすることができる。

【0011】

【実施例】本実施例で説明するステップアンドスキャン方式の装置構成は、基本的には特開平4-196513号公報に開示されている装置構成と同様であるので、そ

の基本的な部分については簡単に説明する。すなわち、本発明の実施例による投影露光装置の構成は、光源ランプ又は、エキシマレーザー等の光源から出射された照明光は、結像式照明視野絞りによって絞られ、点光源の照明視野に整形されて、レチクル14上に投影される。レチクル14上の照明領域内に存在するパターンは、投影レンズ10を介してウェハ5上に投影される。ここでは、レチクル14が図1の紙面内で左右方向に一定速度Vでスキャンすると同時に、ウェハ5が露光面内で右から左に一定速度V/M(1/Mは投影レンズの倍率)でスキャンすることによって走査露光が行われる。

【0012】レチクル14及びウェハ5の位置に関係する構成を説明すると、レチクル支持台11上には、走査露光のためにY軸方向(紙面に対して垂直方向)に駆動可能なレチクルY軸ステージ12が搭載されており、その上にはX、Y、θ方向に高精度の微動機構が可能なレチクル微動ステージ13が設けられ、レチクル14はレチクル微動ステージ13上に保持されている。レチクル微動ステージ13上には移動鏡15が設けられており、レチクル支持台11上に配置されたレチクルステージ干渉計16によって2次元の座標位置が検出・モニターされている。一方、ウェハステージ支持台1上には、走査露光のためにY軸方向に駆動可能なY軸ステージ2が載置され、その上には、X軸方向に駆動可能なX軸ステージ3が設けられ、さらにその上にはZθ軸方向に平行移動するとともにXY面内で微小移動するZθ軸ステージ4が設けられている。ウェハ5は露光面にバキュームによって保持される。Zθ軸ステージ4上には移動鏡7が設けられ、ウェハステージ干渉計9によりモニターされた移動鏡7の2次元の座標位置に基づいてウェハ5を、任意の位置又は速度で駆動するウェハステージ駆動装置8が設けられている。また位置ずれが、ウェハステージ干渉計9によって決まるウェハ位置ずれと、レチクルステージ干渉計16によって決まるレチクル座標系の対応を取るために、Zθ軸ステージ4上にフィジューショナルマーク板6(以後FM6とす)がある。そのFM6上のマークとレチクル14上のマークを照合するためのレチクルアライメント装置18が図1のマーク19とともに設けられている。

【0013】更に、ウェハ5上のマークを照合するためのウェハアライメント装置24が投影レンズ10に近接して設けられている。レチクル14とウェハ5とのアライメントは、レチクル14の中心点の検出位置とウェハアライメント装置24の検出中心点との検出位置の相対関係をFM6を介して求め、露光直前にウェハアライメント装置24によってウェハ5上のアライメントマークを位置合わせ(位置検出)する事により行われる。

【0014】さて、レチクル14と投影レンズ10との間の投影光路内に設けられた透明板21は、スキャン方

向と直行する方向に傾斜可能な構成になっており、透明板 20 は、スキャン方向に傾斜可能な構成になっている。そして、透明板駆動装置 22 は制御装置 23 からの指示に基づいた傾斜量だけ透明板 20、21 を原点位置から駆動させる。

【0015】制御装置 23 は、レチクルアライメント時には、レチクルアライメント装置 18 から受け取ったレチクルアライメントマークと FM6 との位置関係を表すアライメント信号とウェハステージ干渉計 9 からの位置情報に基づいて、レチクルステージ駆動装置 17 へ走査開始点や終了点の位置、ウェハ座標系との対応付け等の指示を行う機能を持つ。また、制御装置 23 は、露光時にはウェハステージ駆動装置 8 とレチクルステージ駆動装置 17 へ所定の速度比で走査すべく動作の指令を与えると同時に、露光中のウェハ座標系とレチクル座標系の 2 次元座標位置変化のモニターをウェハステージ干渉計 9 とレチクルステージ干渉計 16 にて行い、レチクル 14 とウェハ 5 の走査露光時の本来の位置関係からの相対位置ずれ量をリアルタイムに演算し、その演算結果に基づいて透明板 20 もしくは 21 の傾斜量の指示を与える機能を持つ。

【0016】図 2 (1) は、ステップアンドリピート方式の場合に、この種の透明板 27 を設けたときの投影レンズの視野 26 に対する透明板の配置例を示しているが、レチクル上の有効露光範囲 25 のすべてをカバーする大きさの透明板が必要であるのに対して、ステップアンドスキャン方式の場合は、図 2 (2) のように透明板 20、21 はレチクル上を照明する矩形スリット照明領域をカバーする大きさでよいことがわかる。このため、ステップアンドスキャン方式は、透明板の大きさ、重量を小さくすることができ、制御性が向上し、露光中の高速制御が可能となる。

【0017】図 3 は、ステップアンドスキャン露光時に発生する位置合わせ誤差を 3 通りに分類して示している。図 3 (1) は、ショット全体の X、Y 方向のオフセットであり、これはアライメント時にレチクルとウェハとの相対位置関係の特定に誤差が生じたことにより生ずる。この図では、理想ショット領域 A に対して実際に露光されたショット領域 B の関係を示している。次に、図 3 (2) は、スリット照明領域 28 の長手方向に関してレチクルとウェハとが相対的に揺らいだ場合を示し、理想ショット領域 C に対し実際に露光されたショット領域 D には歪みが生じている。この図 3 (2) では、スリット照明領域 28 の走査方向の幅 L 分だけレチクルとウェハの相対走査が進むと、走査と直交する方向の揺らぎが許容値以上になっている。さらに、図 3 (3) ~ (5) はスリット照明領域 28 の幅 L 内での揺らぎを示している。図 3 (4) では、ショット領域 E をスリットがスリット幅 L の距離だけ位置 F から位置 G へ移動していく様子を示している。この間に図 3 (3) のグラフで示すよ

うに走査方向と垂直な X 方向に揺らぎが発生したとすると、図 3 (4) の理想ショット領域 E 内の点 H に投影される像（ウェハ上のレジスト像への積算として得られる像）は、図 3 (5) に示すように理想的なパターン像 I に対してパターン像 J のように強度分布が劣化してしまう事がわかる。これは、走査方向に対して発生した揺らぎについても同様である。

【0018】これらの誤差は、ウェハステージ干渉計 9 とレチクルステージ干渉計 16 のそれぞれ位置計測値の差から読み取ることができるので、露光中にウェハステージ干渉計 9、レチクルステージ干渉計 16 の計測値の差を制御装置 23 で演算し、その差が許容値以上の時に透明板駆動装置 22 で高速に透明板 20、21 を傾斜させれば上述の各種誤差を取り除くことが可能となる。

【0019】ここで透明板 20 を用いた、走査方向に関する誤差の補正方法を具体的に説明する。例えば、投影レンズ 10 に 1/5 倍の縮小投影光学系を使用し、ウェハステージ干渉計 9 の読み取り分解能が 0.01  $\mu\text{m}$ 、レチクルステージ干渉計 16 の読み取り分解能が 0.02  $\mu\text{m}$  である場合、露光中にウェハステージ干渉計 9 から出力されるパルス信号  $P_s$  とレチクルステージ干渉計 16 から出力されるパルス信号  $P_r$  との単位時間当たりのパルス数の比  $P_s/P_r$  は 5/2 となる。制御装置 23 は、この比を例えば数ミリ秒毎に常にモニターし、あらかじめ設定した許容値をオーバーした場合、そのずれ量に応じた駆動信号を透明板駆動装置 22 に送り、透明板 20 を駆動させる。以上の演算処理は、高速な処理が要求されるため、ソフトウェアを使用した処理よりも、割り算器、コンパレータ等を組み合わせたデジタル演算回路（ハードウェア）を使用して制御する方法が望ましい。

【0020】上記実施例では、ウェハステージ干渉計 9 とレチクルステージ干渉計 16 により位置検出を行い、ウェハとレチクルの走査中の本来の位置関係からの相対的な位置ずれ量を検出し、それを補正するように制御している。この方法とは別に、走査方向に関する位置ずれ制御に関しては、レチクルステージ駆動装置 17 とウェハステージ駆動装置 8 のそれぞれに設けられた速度センサーから得られる速度信号の比を検出する回路（速度変動検出回路）を設け、その比が所定値から変動するときに透明板 20 を傾斜させて位置ずれ制御を行うことも可能である。

【0021】さらに本発明の透明板の位置補正をレチクル Y 軸ステージ 12 上に配置したレチクル微動ステージ 13 と併せて使用すれば、揺らぎ振幅が大きく低周波の揺らぎはレチクル微動ステージ 13 で補正し、振幅が小さい高周波の揺らぎは透明板 20、21 で補正するようになれば透明板 20、21 の回転量を小さくすることができ、高周波に対応できるピエゾ素子を用いた構成が採用できるので、高精度化、高速化が期待できる。また、

透明板20、21は必ずしもレチクル14と投影レンズ10との間に設ける必要はなく、ウェハ5と投影レンズ10との間に設けてもよい。

【0022】この透明板20、21の代わりに、投影光学系10のレンズ素子を傾斜させることによって位置ずれ制御を行うことも可能である。

【0023】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ステップアンドスキャン露光装置において、マスクステージと基板ステージとの間に置かれた透明板を傾斜させる事で、マスクと露光基板の走査露光中の相対的な位置ずれ、又は速度むらを高い応答性で補正することができる。このため、露光すべきショット領域全体のシフトのみでなく、ショット歪や像劣化を小さくすることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による投影露光装置の全体構成を示した図

【図2】ステップアンドリピート露光法とステップアンドスキャン露光法で使用する透明板の大きさを比較した図

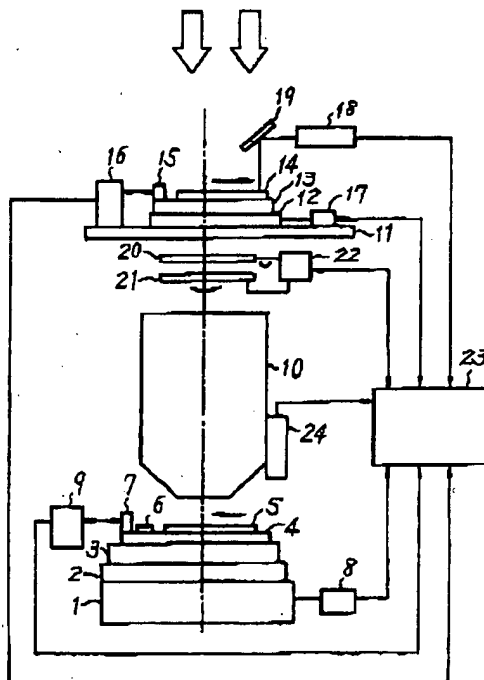
【図3】ステップアンドスキャン露光法で生じる各種誤差を説明する図

【図4】従来のステップアンドスキャン露光法の概念を説明する図

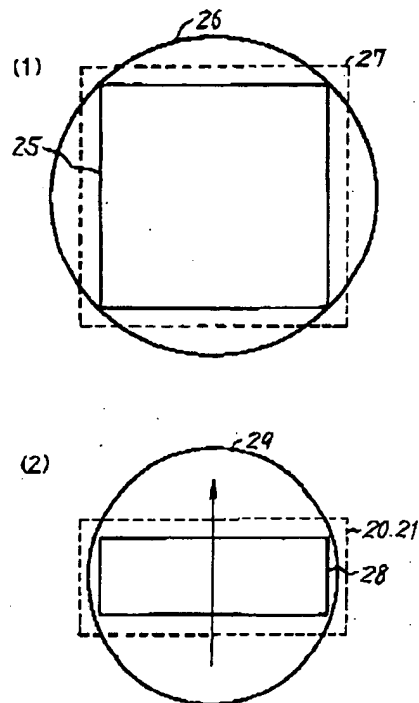
【符号の説明】

- 1 ウェハステージ支持台
- 2 Y軸ステージ
- 3 X軸ステージ
- 4 Z $\theta$ 軸ステージ
- 5 ウェハ
- 6 フィジューシャルマーク板
- 7 移動鏡
- 8 ウェハステージ駆動装置
- 9 ウェハステージ干渉計
- 10 投影レンズ
- 11 レチクル支持台
- 12 レチクルY軸ステージ
- 13 レチクル微動ステージ
- 14 レチクル
- 15 移動鏡
- 16 レチクルステージ干渉計
- 17 レチクルステージ駆動装置
- 20、21 透明板
- 22 透明板駆動装置
- 23 制御装置

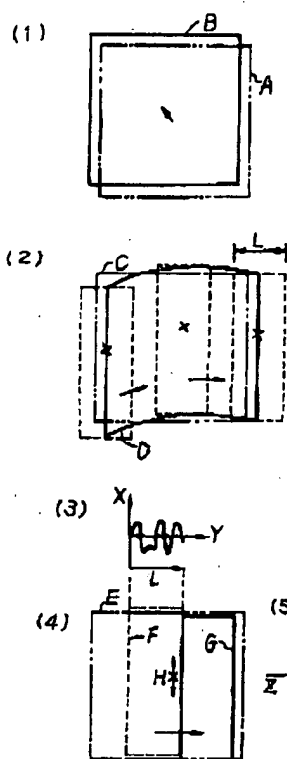
【図1】



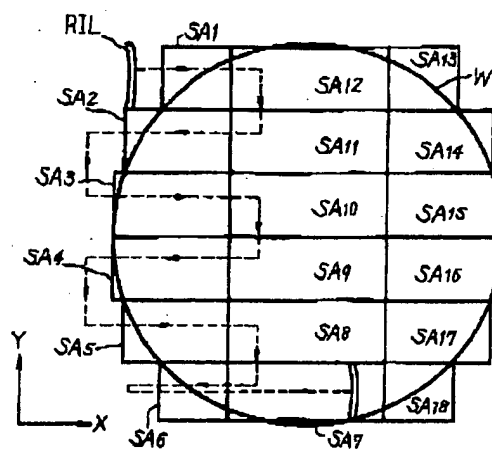
【図2】



【図 3】



【図 4】





【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成13年4月6日(2001.4.6)

【公開番号】特開平7-142331

【公開日】平成7年6月2日(1995.6.2)

【年通号数】公開特許公報7-1424

【出願番号】特願平5-154715

【国際特許分類第7版】

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20 521

9/00

【FI】

H01L 21/30 521

G03B 27/32 F

G03F 7/20 521

9/00 H

【手続補正書】

【提出日】平成12年5月29日(2000.5.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 投影露光装置、及び該装置を用いる素子製造方法

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクを保持して移動可能なマスクステージと、前記マスクに形成された原画パターンの像を所定の倍率で投影する投影光学系と、該投影光学系の像面に基板が位置するように該基板を保持して移動可能な基板ステージと、前記マスクステージと前記基板ステージとを前記倍率に応じた速度比で移動させる駆動手段とを備え、前記基板を走査方向へ移動しながら走査露光する装置において、

前記マスクステージと前記基板ステージの間に配置され、前記原画パターンの像の投影位置を変位させるために傾斜可能な透明板と；

前記基板の走査露光時に前記マスクステージと前記基板ステージとの所定相対的位置関係からの位置ずれ量に応じた検出信号を出力する位置ずれ検出手段と、

該検出信号に応じて前記透明板を傾ける制御手段とを設

けたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記位置ずれ検出手段は、前記マスクステージと前記基板ステージとの速度比の変動に応じた検出信号を出力することを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記位置ずれ検出手段は、前記走査方向に関する前記位置ずれ量に応じた検出信号と前記走査方向に直交する方向に関する前記位置ずれ量に応じた検出信号とを出力し、前記透明板は、前記投影位置を前記走査方向に変位させるために傾斜可能な第1の透明板と、前記投影位置を前記走査方向と直交する方向に変位させるために傾斜可能な第2の透明板とを含むことを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項4】 マスクを保持して移動可能なマスクステージと、前記マスクに形成された原画パターンを所定の倍率で投影する投影光学系と、該投影光学系の像面に基板が位置するように該基板を保持して移動可能な基板ステージと、前記マスクステージと前記基板ステージとを前記倍率に応じた速度比で移動させる駆動手段とを備え、前記基板を走査方向へ移動しながら走査露光する装置において、

前記基板の走査露光中に、前記マスクステージと前記基板ステージとの所定の相対的位置関係からの位置ずれ量を検出する位置ずれ検出手段と、

前記マスクと前記基板の間で、前記位置ずれ検出手段の検出結果に基づいて、前記原画パターンを前記走査方向に変位させる第1変位手段と、

前記マスクと前記基板の間で、前記位置ずれ検出手段の検出結果に基づいて、前記原画パターンを前記走査方向と直交する方向に変位させる第2変位手

段と、

を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項5】 マスクを保持して移動可能なマスクステージと、前記マスクに形成された原画パターンの像を所定の倍率で投影する投影光学系と、該投影光学系の像面に基板が位置するように該基板を保持して移動可能な基板ステージと、前記マスクステージと前記基板ステージとを前記倍率に応じた速度比で移動させる駆動手段とを備え、前記基板を走査方向へ移動しながら走査露光する装置において、

前記基板の走査露光中に、前記マスクステージと前記基板ステージとの所定の速度比からの変動量を検出する変動量検出手段と、

前記マスクと前記基板の間で、前記変動量検出手段の検出結果に基づいて、前記原画パターンの像の投影位置を変位させる像変位手段と、

を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項6】 マスクを保持して移動可能なマスクステージと、前記マスクに形成された原画パターンの像を所定の倍率で投影する投影光学系と、該投影光学系の像面に基板が位置するように該基板を保持して移動可能な基板ステージと、前記マスクステージと前記基板ステージとを前記倍率に応じた速度比で移動させる駆動手段とを備え、前記基板を走査方向へ移動しながら走査露光する装置において、

前記基板の走査露光中に、前記マスクステージと前記基板ステージとの所定の相対的位置関係からの位置ずれを検出する位置ずれ検出手段と、

前記マスクと前記基板の間で、前記原画パターンの像の投影位置を前記走査方向に変位させるための像変位部材と、

前記基板の走査露光中に、前記位置ずれ検出手段の検出結果に基づき前記像変位部材を動かして、前記原画パターンの像の投影位置を高速に変位させるピエゾ素子と、を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項7】 前記基板の走査露光中に、前記マスクを微小変位させる微小位置制御機構をさらに備えたことを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の投影露光装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか一項に記載の投影露光装置を用いるデバイス製造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の本発明では、例えばステップアンドスキャン方式の投影露光装置において、傾斜可能な透明板20、21をマスクと感光基板との間の結像光路中に設け、さらにマスクステージの位置検出装置（レチクルステージ干渉計）16と基板ステージの位置検出装置（ウェハステージ干渉計）9から出力される位置情報に基づいて走査露光中の相対位置ずれ量、もしくはレチクルステージ駆動装置17とウェハステージ駆動装置8から出力される速度信号に基づいた速度比の変動量、を検出する制御装置23と、この位置ずれ量に応じて透明板を傾斜させる透明板駆動装置22とを設けるようにした。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【作用】請求項1の本発明は、原画パターンの形成されたマスク（レチクル）と感光基板の間に設けられた透明板を傾斜させることにより、感光基板に投影される原画パターン像を、投影光学系の投影視野内で微小量シフトさせる機能を利用する。このため、マスクステージ上に微動機構を置いて、原画パターンを走査露光中に位置補正させることよりも、一般的に軽量となる透明板を利用できるので、高速応答性を得ることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ステップアンドスキャン露光装置において、マスクと露光基板の走査露光中の相対的な位置ずれ、又は速度むらを高い応答性で補正することができる。このため、露光すべきショット領域全体のシフトのみでなく、ショット歪や像劣化を小さくすることも可能となる。